

Informe de Monitoreo de Vibraciones

Proyecto
“Mina de Cobre Panamá”

Preparado para:
Minera Panamá, S.A.









Enero, 2018

Informe de Monitoreo de Vibraciones

Proyecto “Mina de Cobre Panamá”

Preparado para:



Elaborado por:



Enero, 2018

CODESA CORPORACIÓN DE DESARROLLO AMBIENTAL, S.A.	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	Responsable	Control de calidad	Gerencia
Idoneidad DIPROCA-AA-003-2012	Roy Quintero DIPROCA-AA-031-2013/ Act. 2017	Ceferino Villamil DIPROCA-AA-051-2016	Karina Guillén

Índice

2.7.1. Introducción....4
2.7.2. Objetivo general....5
2.7.3. Objetivos específicos....5
2.7.4. Aspecto Metodológico....5
2.7.5. Especificaciones del equipo utilizado y datos de la medición....6
2.7.6. Resultados....7
2.7.7 Conclusiones....28
2.7.8. Recomendaciones....29
2.7.9. Bibliografía....30
Anexos....31
Anexo 2.7.1. Data generada por el equipo durante las mediciones....32
Anexo 2.7.2. Certificado de calibración del equipo....38
Anexo 2.7.3. Extracto de la Norma de vibraciones en Panamá....45
Anexo 2.7.4.Cadenas de Custodia....49

2.7.1. Introducción

La vibración es un movimiento oscilatorio de partículas de los cuerpos sólidos respecto a una posición de referencia, en relación al tiempo; es el número de veces por segundo que se realiza un ciclo completo al cual se le llama frecuencia y se mide en hertzios[1] (ISO 1997; OIT 2001).

La vibración puede ser general, que es aquella que se transmite a todo el cuerpo, a través de las superficies de apoyo como los pies, regiones glúteas o puede ser local, la cual se refiere a la vibración aplicada a partes específicas del cuerpo, como las manos y brazos (MICI- DGNTI 2000).

Su valoración se hace a través de un instrumento de medida conocido como Vibrómetro, que contiene en su interior unos filtros de ponderación que se integran de acuerdo al potencial lesivo, el cual mide las siguientes variables: frecuencia, amplitud, eje X, Y o Z de entrada por mano-brazo o por cuerpo entero. Las vibraciones pueden alterar las actividades del trabajador ya que deteriora la adquisición de información y la salida de información (ya sea afectando la capacidad de concentración del trabajador, deteriorando sus capacidades motoras o coordinación). Con frecuencia no es posible relacionar directamente las alteraciones de las funciones fisiológicas en condiciones de campo con las vibraciones, dado que ésta suele actuar conjuntamente con otros factores significativos como la elevada tensión mental o el ruido (OIT 2001).

En exposiciones crónicas, los efectos nocivos más graves y frecuentes son las alteraciones en la columna vertebral y en el sistema nervioso central. Otros tipos de riesgos importantes para la salud producto de la vibración, son los trastornos de la circulación periférica (venas varicosas y hemorroides), cardiopatía isquémica, hipertensión, alteraciones neurovasculares y enfermedades gastrointestinales (Pichardo y Jiménez 2007).

---

[1] Unidad de frecuencia en el Sistema Internacional, equivalente a la frecuencia de un movimiento vibratorio que ejecuta una vibración cada segundo. Su símbolo es Hz

En Panamá, el Reglamento Técnico DGNTI[2]-COPANIT[3] 45-2000[4], establece los límites máximos permisibles y el tiempo al que un trabajador puede estar expuesto a vibraciones, durante su jornada laboral. El presente informe contempla el análisis de los resultados obtenidos en los monitoreos de vibraciones, realizados a las maquinarias que utilizan los trabajadores en las diferentes áreas del Proyecto "Mina de Cobre Panamá".

2.7.2. Objetivo general

Evaluar los niveles de vibración a los que están expuestos los trabajadores del Proyecto "Mina de Cobre Panamá" durante el desarrollo de sus actividades.

2.7.3. Objetivos específicos

- Identificar las fuentes que generan vibración dentro del Proyecto.
- Evaluar los niveles de vibración de la fuente identificada, para establecer la relación entre los niveles máximos permisibles de vibración y los tiempos máximos permisibles de exposición por jornada de trabajo, según los requisitos que establece el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000.

2.7.4. Aspecto Metodológico

Los parámetros a evaluar son el valor de la raíz media cuadrática de la aceleración de la vibración, así como el tiempo de exposición del trabajador. Al existir vibración en más de una dirección, se depreciará la posible interacción entre ellas (Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000).

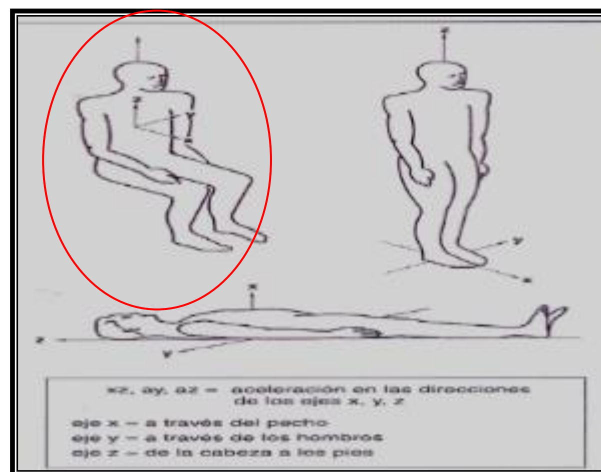
---

[2] DGNTI: Dirección General de Normas y Tecnología Industrial
[3] COPANIT: Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas
[4] Reglamento Técnico que aplica para Higiene y Seguridad Industrial. Condiciones de Higiene y Seguridad en Ambientes de Trabajo donde se generen Vibraciones.

Las mediciones fueron realizadas del 24 al 26 de enero del 2018; el sensor del vibrómetro se colocó en los asientos de las diferentes maquinarias que se utilizan dentro del Proyecto, con el propósito de medir las vibraciones percibidas por los operadores.

Se realizó la programación del equipo para medir las vibraciones a los trabajadores expuestos y se utilizó el filtro Wk, el cual sirve para medir vibraciones de todo el cuerpo en la dirección de la columna vertebral, en personas de pie o sentadas; para medir vibraciones en sentido vertical a la superficie donde se encuentran, en el caso de personas tumbadas; así como vibraciones en las tres direcciones espaciales (eje X, Y, Z), que influyen en los pies de las personas sentadas según la ISO, 2631-1, tal como se muestra en la imagen 2.7.1 (persona en posición sentada).

Imagen 2.7.1. Esquema de la medición de vibración en tres direcciones espaciales



Fuente: ISO 2631-1:1997.

2.7.5. Especificaciones del equipo utilizado y datos de la medición

En la tabla 2.7.1 se muestran las especificaciones del equipo (medidor de vibraciones) y datos generales de las mediciones.

Tabla 2.7.1. Información técnica del equipo utilizado y datos de las mediciones

Información técnica	
Equipo empleado	Medidor de Vibraciones
Fabricante	Casella
Modelo	CEL-960
Calibración	4 de julio de 2017
Norma aplicada	Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000 (ver Reglamento en el anexo 2.7.3).
Día de la medición	24 al 26 de enero de 2018
Tiempo de Medición	(15 minutos/dirección espacial X, Y y Z) por cada punto
Nombre del técnico (a)	Jorge Ortega y Yeleinshka Yaleman

Fuente: Especificaciones técnicas del equipo de medición, 2018. Nota: En el anexo 2.7.2 se adjunta el certificado de calibración del equipo.

2.7.6. Resultados

En la tabla 2.7.2 se muestran los datos de las mediciones que se efectuaron en el Proyecto.

Tabla 2.7.2. Datos de la medición Vibraciones- Proyecto “Mina de Cobre Panamá”

Área de trabajo	Fecha y hora de medición	Nombre del Operador	Ubicación geográfica del equipo (UTM, WGS 84)	Equipo
Power Plant (Punta Rincón)	24 de enero de 2018 2:27 p.m.	Gestulio Valdés	996161 N/ 533831 E	Excavadora hidráulica
Plataforma de trituración (Punta Rincón)	25 de enero de 2018 9: 28 a.m.	Jason Bentt	982750 N/ 537423 E	Cargador frontal
Sitio de Disposición de Material Estéril TMF	25 de enero de 2018 10:52 a.m.	Carlos Toribio	982784 N/ 536062 E	Tractor de cadenas
Sitio Planta	25 de enero de 2018 1:39 p.m.	Jean Carlos Acevedo	978658 N/ 538398 E	Tractor de cadenas

Área de trabajo	Fecha y hora de medición	Nombre del Operador	Ubicación geográfica del equipo (UTM, WGS 84)	Equipo
Plataforma de Trituración Botija	25 de enero de 2018 3:09 p.m.	Rubén Quintero	978293 N/ 539543 E	Cargador frontal
Sumidero Sur de Botija	25 de enero de 2018 9:28 p.m.	Onésimo Núñez	976996 N/ 537786 E	Perforadora
Garita 3 avanzada del Camino de Acceso Este – Punto 1	26 de enero de 2018 1:58 p.m.	Manuel Hernández	977447 N/ 540328 E	Excavadora hidráulica
Garita 3 avanzada del Camino de Acceso Este – Punto 2	26 de enero de 2018 3:12 p.m.	Cesar Vega	977442 N/ 540328 E	Tractor de cadenas
MCA Pre-Stripping – Punto 1	26 de enero de 2018 7:51 p.m.	Mario Santamaría	978485 N/ 537118 E	Compactadora lisa (Rola)
MCA Pre-Stripping – Punto 2	26 de enero de 2018 8:51 p.m.	Efraín González	977586 N/ 537493 E	Tractor de cadenas

Fuente: CODESA, 2018.

Power Plant - Punta Rincón)

El monitoreo efectuado al colaborador Gestulio Valdés (asiento de la excavadora hidráulica), registró valores por encima de los límites establecidos en el Reglamento Técnico utilizado como referencia, específicamente para el eje X (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16 y 20), eje Y (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10 y 12.5) y eje Z (frecuencias (Hz) 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5 y 16); ver tabla 2.7.3 e imágenes 2.7.2 y 2.7.3.

Tabla 2.7.3. Resultado de Monitoreo de Vibraciones en Power Plant (Punta Rincón)

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**		**Aceleración en Y** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**		**Aceleración en Z** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
1	1,81	**0,224**	1,13	**0,224**	0,249	**0,630**
1,25	1,92	**0,224**	1,65	**0,224**	0,377	**0,560**
1,6	1,92	**0,224**	2,28	**0,224**	0,531	**0,500**
2	2,25	**0,224**	2,55	**0,224**	0,842	**0,450**
2,5	2,05	**0,240**	2,97	**0,240**	1,16	**0,400**
3,15	2,13	**0,555**	3,01	**0,555**	1,35	**0,355**
4	3,05	**0,450**	2,66	**0,450**	1,20	**0,315**
5	3,04	**0,560**	2,40	**0,560**	0,916	**0,315**
6,3	1,82	**0,710**	2,25	**0,710**	1,08	**0,315**
8	1,81	**0,900**	2,42	**0,900**	1,43	**0,315**
10	2,15	**1,120**	1,79	**1,120**	1,23	**0,400**
12,5	2,67	**1,400**	1,44	**1,400**	0,822	**0,500**
16	2,89	**1,800**	1,23	**1,800**	0,953	**0,630**
20	2,36	**2,240**	1,18	**2,240**	0,771	**0,800**
25	1,45	**2,800**	1,63	**2,800**	0,603	**1,000**
31,5	1,33	**3,550**	1,88	**3,550**	0,788	**1,250**
40	0,942	**4,500**	1,21	**4,500**	0,528	**1,600**
50	0,968	**5,600**	1,62	**5,600**	0,449	**2,000**
63	0,843	**7,100**	1,19	**7,100**	0,322	**2,500**
80	0,860	**9,000**	1,09	**9,000**	0,223	**3,150**

Fuente: CODESA, 2018.





Imágenes 2.7.2 y 2.7.3. Vista del monitoreo de vibración en la Power Plant – Punta Rincón – excavadora hidráulica (996161 N/ 533831 E)

Plataforma de trituración - *Punta Rincón*

El monitoreo realizado al operador del cargador frontal en el área de la Plataforma de trituración Punta Rincón, Jason Benett (ver imágenes 2.7.4 y 2.7.5), registró valores que exceden de los valores establecidos en el Reglamento Técnico Nº DGNTI-COPANIT-45-2000, específicamente para el eje X (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5 y 6.3), eje Y (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5 y 6.3) y eje Z (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20 y 25), ver tabla 2.7.4.

Tabla 2.7.4. Resultado de Monitoreo de Vibraciones Plataforma de trituración Punta Rincón

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**		**Aceleración en Y** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**		**Aceleración en Z** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
1	1,86	**0,224**	2,53	**0,224**	0,635	**0,630**
1,25	2,33	**0,224**	2,72	**0,224**	0,909	**0,560**
1,6	2,92	**0,224**	2,52	**0,224**	1,46	**0,500**

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X** (m/s²) **Periodo de Monitoreo 8 horas**		**Aceleración en Y** (m/s²) **Periodo de Monitoreo 8 horas**		**Aceleración en Z** (m/s²) **Periodo de Monitoreo 8 horas**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
2	2,67	**0,224**	1,76	**0,224**	4,74	**0,450**
2,5	1,53	**0,240**	1,37	**0,240**	3,51	**0,400**
3,15	1,27	**0,555**	1,09	**0,555**	2,08	**0,355**
4	1,16	**0,450**	0,965	**0,450**	1,77	**0,315**
5	1,10	**0,560**	1,12	**0,560**	1,54	**0,315**
6,3	0,887	**0,710**	1,04	**0,710**	1,36	**0,315**
8	0,811	**0,900**	0,732	**0,900**	1,10	**0,315**
10	0,883	**1,120**	0,506	**1,120**	1,07	**0,400**
12,5	0,939	**1,400**	0,465	**1,400**	0,906	**0,500**
16	0,675	**1,800**	0,421	**1,800**	1,25	**0,630**
20	0,731	**2,240**	0,525	**2,240**	1,87	**0,800**
25	0,909	**2,800**	1,09	**2,800**	1,31	**1,000**
31,5	0,939	**3,550**	1,69	**3,550**	0,755	**1,250**
40	1,32	**4,500**	3,60	**4,500**	0,735	**1,600**
50	1,31	**5,600**	1,94	**5,600**	0,458	**2,000**
63	1,88	**7,100**	5,12	**7,100**	0,352	**2,500**
80	1,28	**9,000**	2,35	**9,000**	0,230	**3,150**

Fuente: CODESA, 2018.




Imágenes 2.7.4 y 2.7.5. Monitoreo de vibración en Plataforma de trituración Punta Rincón – cargador frontal (982750 N/ 537423 E)

Sitio de Disposición de Material Estéril TMF

Los valores del monitoreo de vibraciones efectuado en el asiento del operador del tractor de cadenas, Carlos Toribio, en el Sitio de Disposición de Material Estéril TMF, sobrepasan los niveles normados establecidos en el Reglamento Técnico Nº DGNTI-COPANIT-45-2000, específicamente para el eje X (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3. 8, 10, 12.5, 16, 20, 25 y 31.5); eje Y (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3. 8, 10, 12.5, 16, 20, 25, 31.5 y 40) y eje Z (frecuencias (Hz) 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3. 8, 10, 12.5, 16, 20, 25 y 31.5) ver imágenes 2.7.6 y 2.7.7.

Tabla 2.7.5. Resultado de Monitoreo de Vibraciones en el Sitio de Disposición de Material Estéril TMF

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**		**Aceleración en Y** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**		**Aceleración en Z** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
1	1,99	**0,224**	1,52	**0,224**	0,627	**0,630**

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**		**Aceleración en Y** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**		**Aceleración en Z** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
1,25	1,70	**0,224**	1,98	**0,224**	0,792	**0,560**
1,6	3,02	**0,224**	2,62	**0,224**	0,988	**0,500**
2	3,07	**0,224**	3,69	**0,224**	1,45	**0,450**
2,5	2,06	**0,240**	5,86	**0,240**	2,13	**0,400**
3,15	2,12	**0,555**	6,19	**0,555**	2,45	**0,355**
4	2,22	**0,450**	4,57	**0,450**	2,12	**0,315**
5	2,55	**0,560**	4,43	**0,560**	1,73	**0,315**
6,3	2,25	**0,710**	4,45	**0,710**	1,83	**0,315**
8	2,87	**0,900**	4,99	**0,900**	1,89	**0,315**
10	3,23	**1,120**	5,93	**1,120**	1,75	**0,400**
12,5	2,27	**1,400**	6,52	**1,400**	1,64	**0,500**
16	2,02	**1,800**	6,85	**1,800**	1,69	**0,630**
20	2,56	**2,240**	6,58	**2,240**	1,62	**0,800**
25	3,44	**2,800**	6,67	**2,800**	1,46	**1,000**
31,5	4,10	**3,550**	7,41	**3,550**	1,36	**1,250**
40	3,27	**4,500**	6,12	**4,500**	1,39	**1,600**
50	1,65	**5,600**	4,35	**5,600**	0,932	**2,000**
63	1,02	**7,100**	2,68	**7,100**	0,655	**2,500**
80	0,601	**9,000**	2,18	**9,000**	0,563	**3,150**

Fuente: CODESA, 2018.




Imágenes 2.7.6 y 2.7.7. Monitoreo de vibración en Sitio de Disposición de Material Estéril TMF – tractor de cadenas (982784 N/ 536062 E)

Sitio Planta

En la tabla 2.7.6 se observa que los valores obtenidos en la medición realizada en el área de Sitio Planta, al trabajador Jean Carlos Acevedo – operador del tractor de cadenas, como se aprecia en las imágenes 2.7.8 y 2.7.9, específicamente para el eje X (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20 y 25), eje Y (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20 y 25) y eje Z (frecuencias (Hz) 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16 y 20) exceden de los valores normados en el Reglamento Técnico de Referencia.

Tabla 2.7.6. Monitoreo de Vibraciones en el Sitio Planta

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**		**Aceleración en Y** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**		**Aceleración en Z** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
1	2,62	**0,224**	1,86	**0,224**	0,322	**0,630**
1,25	2,86	**0,224**	2,34	**0,224**	0,372	**0,560**
1,6	3,65	**0,224**	2,81	**0,224**	0,494	**0,500**

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X** (m/s²) Periodo de Monitoreo 8 horas		**Aceleración en Y** (m/s²) Periodo de Monitoreo 8 horas		**Aceleración en Z** (m/s²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
2	3,23	**0,224**	4,25	**0,224**	0,737	**0,450**
2,5	4,21	**0,240**	6,13	**0,240**	1,37	**0,400**
3,15	4,57	**0,555**	6,19	**0,555**	1,16	**0,355**
4	4,02	**0,450**	5,13	**0,450**	1,18	**0,315**
5	3,33	**0,560**	4,69	**0,560**	1,27	**0,315**
6,3	4,47	**0,710**	6,82	**0,710**	1,45	**0,315**
8	4,80	**0,900**	6,04	**0,900**	1,37	**0,315**
10	3,85	**1,120**	3,91	**1,120**	1,68	**0,400**
12,5	3,18	**1,400**	4,32	**1,400**	1,49	**0,500**
16	4,35	**1,800**	8,08	**1,800**	1,17	**0,630**
20	5,64	**2,240**	7,81	**2,240**	0,962	**0,800**
25	3,87	**2,800**	4,21	**2,800**	0,873	**1,000**
31,5	2,29	**3,550**	2,71	**3,550**	0,755	**1,250**
40	2,00	**4,500**	1,88	**4,500**	0,690	**1,600**
50	2,06	**5,600**	2,09	**5,600**	0,459	**2,000**
63	1,74	**7,100**	2,29	**7,100**	0,364	**2,500**
80	1,43	**9,000**	2,26	**9,000**	0,261	**3,150**

Fuente: CODESA, 2018.




Imágenes 2.7.8 y 2.7.9. Vista del operador durante el monitoreo en Sitio Planta – tractor de cadenas (978658 N/ 538398 E)

Plataforma de Trituración - Botija

En la tabla 2.7.7 se presentan los valores derivados de la medición realizada en la Plataforma de Trituración - Botija, al colaborador Rubén Quintero - operador del cargador frontal (ver imágenes 2.7.10 y 2.7.11), se encuentran por encima de los valores normados en el Reglamento Técnico de Referencia, específicamente para el eje X (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3 y 8), eje Y (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3 y 63) y eje Z (frecuencias (Hz) 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20, 25 y 63).

Tabla 2.7.7. Monitoreo de Vibraciones en la Plataforma de Trituración - Botija

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**		**Aceleración en Y** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**		**Aceleración en Z** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
1	1,81	**0,224**	2,30	**0,224**	0,387	**0,630**
1,25	1,90	**0,224**	2,28	**0,224**	0,429	**0,560**
1,6	2,03	**0,224**	1,66	**0,224**	0,942	**0,500**

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s^2) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
2	1,46	**0,224**	1,17	**0,224**	2,55	**0,450**
2,5	1,26	**0,240**	0,938	**0,240**	1,80	**0,400**
3,15	1,29	**0,555**	0,787	**0,555**	1,02	**0,355**
4	1,21	**0,450**	0,591	**0,450**	0,862	**0,315**
5	1,06	**0,560**	0,614	**0,560**	0,780	**0,315**
6,3	0,964	**0,710**	0,795	**0,710**	0,760	**0,315**
8	0,984	**0,900**	0,706	**0,900**	0,691	**0,315**
10	0,944	**1,120**	0,388	**1,120**	0,583	**0,400**
12,5	0,743	**1,400**	0,284	**1,400**	0,677	**0,500**
16	0,741	**1,800**	0,244	**1,800**	0,789	**0,630**
20	0,774	**2,240**	0,356	**2,240**	0,811	**0,800**
25	0,684	**2,800**	0,618	**2,800**	1,19	**1,000**
31,5	0,575	**3,550**	0,783	**3,550**	0,689	**1,250**
40	1,97	**4,500**	1,57	**4,500**	1,38	**1,600**
50	0,761	**5,600**	1,48	**5,600**	1,04	**2,000**
63	1,32	**7,100**	9,03	**7,100**	5,48	**2,500**
80	0,497	**9,000**	0,937	**9,000**	0,451	**3,150**

Fuente: CODESA, 2018.





Imágenes 2.7.10 y 2.7.11. Vista del operador Rubén Quintero durante el monitoreo de vibración en la Plataforma de Trituración Botija – cargador frontal (978293 N/ 539543 E)

Sumidero Sur de Botija

Se presenta en la tabla 2.7.8 los valores obtenidos en la medición realizada en el Sumidero Sur de Botija, al trabajador Onésimo Núñez - operador de la perforadora (ver imágenes 2.7.12 y 2.7.13), sobrepasan los valores normados en el Reglamento Técnico de Referencia, específicamente para el eje X (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3 y 8) y eje Z (frecuencia (Hz) 8).

Tabla 2.7.8. Resultado del Monitoreo de Vibraciones en el Sumidero Sur de Botija

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s^2) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI-COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI-COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI-COPANIT 45-2000
1	0,927	**0,224**	0,122	**0,224**	0,104	**0,630**
1,25	0,943	**0,224**	0,102	**0,224**	0,111	**0,560**
1,6	0,883	**0,224**	0,127	**0,224**	0,136	**0,500**
2	0,990	**0,224**	0,181	**0,224**	0,208	**0,450**

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI-COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI-COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI-COPANIT 45-2000
2,5	1,13	**0,240**	0,185	**0,240**	0,236	**0,400**
3,15	1,12	**0,555**	0,174	**0,555**	0,292	**0,355**
4	1,03	**0,450**	0,220	**0,450**	0,287	**0,315**
5	1,11	**0,560**	0,316	**0,560**	0,204	**0,315**
6,3	0,986	**0,710**	0,487	**0,710**	0,280	**0,315**
8	0,973	**0,900**	0,305	**0,900**	0,336	**0,315**
10	0,888	**1,120**	0,164	**1,120**	0,198	**0,400**
12,5	0,820	**1,400**	0,352	**1,400**	0,306	**0,500**
16	0,981	**1,800**	0,414	**1,800**	0,408	**0,630**
20	0,938	**2,240**	0,541	**2,240**	0,517	**0,800**
25	1,98	**2,800**	2.62	**2,800**	0,906	**1,000**
31,5	1,03	**3,550**	0,921	**3,550**	0,466	**1,250**
40	1,17	**4,500**	0,408	**4,500**	0,377	**1,600**
50	0,708	**5,600**	0,244	**5,600**	0,175	**2,000**
63	0,547	**7,100**	0,187	**7,100**	0,127	**2,500**
80	0,610	**9,000**	0,253	**9,000**	0,194	**3,150**

Fuente: CODESA, 2018.



Imágenes 2.7.12 y 2.7.13. Monitoreo de vibración en el Sumidero Sur de Botija – Perforadora (976996 N/ 537786 E)

Garita 3 avanzada del Camino de Acceso Este – Punto 1

El monitoreo efectuado al trabajador Manuel Hernández (asiento del operador de la excavadora hidráulica) en la Garita 3 avanzada del Camino de Acceso Este, registró valores que exceden los límites establecidos en el Reglamento Técnico utilizado como referencia, específicamente en el eje X (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3 y 8), eje Y (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4 y 5) y eje Z (frecuencias (Hz) 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5 y 16).

Tabla 2.7.9. Resultado de Monitoreo de Vibraciones en Garita 3 avanzada del Camino de Acceso Este – Punto 1

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**		**Aceleración en Y** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**		**Aceleración en Z** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
1	0,606	**0,224**	0,680	**0,224**	0,227	**0,630**
1,25	0,762	**0,224**	0,982	**0,224**	0,307	**0,560**
1,6	0,808	**0,224**	1,23	**0,224**	0,396	**0,500**

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**		**Aceleración en Y** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**		**Aceleración en Z** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
2	0,865	**0,224**	1,23	**0,224**	0,441	**0,450**
2,5	1,04	**0,240**	1,36	**0,240**	0,538	**0,400**
3,15	1,06	**0,555**	1,28	**0,555**	0,692	**0,355**
4	1,07	**0,450**	1,04	**0,450**	0,736	**0,315**
5	1,30	**0,560**	0,662	**0,560**	0,573	**0,315**
6,3	0,925	**0,710**	0,654	**0,710**	0,633	**0,315**
8	7,86	**0,900**	0,634	**0,900**	0,843	**0,315**
10	1,02	**1,120**	0,473	**1,120**	1,05	**0,400**
12,5	1,37	**1,400**	0,401	**1,400**	0,924	**0,500**
16	1,26	**1,800**	0,479	**1,800**	0,797	**0,630**
20	1,50	**2,240**	0,709	**2,240**	0,716	**0,800**
25	1,58	**2,800**	0,782	**2,800**	0,440	**1,000**
31,5	1,45	**3,550**	0,873	**3,550**	0,612	**1,250**
40	1,28	**4,500**	0,772	**4,500**	0,573	**1,600**
50	1,37	**5,600**	0,950	**5,600**	0,394	**2,000**
63	0,745	**7,100**	0,591	**7,100**	0,244	**2,500**
80	0,481	**9,000**	0,393	**9,000**	0,187	**3,150**

Fuente: CODESA, 2018.





Imágenes 2.7.14 y 2.7.15. Monitoreo de vibración en la Garita 3 avanzada del Camino de Acceso Este – excavadora hidráulica (977447 N/ 540328 E)

Garita 3 avanzada del Camino de Acceso Este – Punto 2

El monitoreo efectuado a César Vega (asiento del operador del tractor de cadenas) en la Garita 3 avanzada del Camino de Acceso Este (ver imágenes 2.7.16 y 2.7.17), registró valores por encima de los límites establecidos en el Reglamento Técnico utilizado como referencia, específicamente en el eje X (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20 y 25), eje Y (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10 y 12.5) y eje Z (frecuencias (Hz) 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10 y 12.5); ver tabla 2.7.10.

Tabla 2.7.10. Resultado de Monitoreo de Vibraciones en la Garita 3 avanzada del Camino de Acceso Este – Punto 2

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**		**Aceleración en Y** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**		**Aceleración en Z** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
1	1,24	**0,224**	1,83	**0,224**	0,343	**0,630**
1,25	1,07	**0,224**	1,87	**0,224**	0,391	**0,560**

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s^2) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
1,6	1,39	**0,224**	1,68	**0,224**	0,375	**0,500**
2	1,40	**0,224**	1,71	**0,224**	0,486	**0,450**
2,5	1,70	**0,240**	1,87	**0,240**	0,657	**0,400**
3,15	1,63	**0,555**	1,63	**0,555**	0,951	**0,355**
4	1,76	**0,450**	1,60	**0,450**	1,54	**0,315**
5	2,26	**0,560**	1,97	**0,560**	2,02	**0,315**
6,3	3,70	**0,710**	1,26	**0,710**	1,01	**0,315**
8	2,39	**0,900**	2,00	**0,900**	1,15	**0,315**
10	2,01	**1,120**	2,36	**1,120**	0,807	**0,400**
12,5	2,20	**1,400**	2,08	**1,400**	0,675	**0,500**
16	1,92	**1,800**	1,31	**1,800**	0,549	**0,630**
20	3,16	**2,240**	1,01	**2,240**	0,410	**0,800**
25	3,05	**2,800**	1,58	**2,800**	0,364	**1,000**
31,5	2,94	**3,550**	1,80	**3,550**	0,320	**1,250**
40	2,58	**4,500**	1,34	**4,500**	1,10	**1,600**
50	1,27	**5,600**	0,760	**5,600**	0,387	**2,000**
63	0,992	**7,100**	0,761	**7,100**	0,361	**2,500**
80	0,738	**9,000**	1,28	**9,000**	0,323	**3,150**

Fuente: CODESA, 2018.




Imágenes 2.7.16 y 2.7.17. Monitoreo de vibración en la Garita 3 avanzada del Camino de Acceso Este – tractor de cadenas (977442 N/ 540328 E)

MCA Pre-Stripping – Punto 1

El monitoreo realizado a Mario Santamaría (asiento del operador de la compactadora lisa) en MCA Pre-Stripping, registró valores por encima de los límites establecidos en el Reglamento Técnico utilizado como referencia, específicamente en el eje Y (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5 y 6.3) y en el eje Z(frecuencias (Hz) 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5 y 31.5); ver tabla 2.7.11 e imágenes 2.7.18 y 2.7.19.

Tabla 2.7.11. Resultado de Monitoreo de Vibraciones en MCA Pre-Stripping – Punto 1

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**		**Aceleración en Y** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**		**Aceleración en Z** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
1	0,0661	**0,224**	1,01	**0,224**	0,195	**0,630**
1,25	0,0543	**0,224**	1,61	**0,224**	0,242	**0,560**
1,6	0,0626	**0,224**	1,54	**0,224**	0,228	**0,500**
2	0,0631	**0,224**	1,07	**0,224**	0,307	**0,450**

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X** (m/s^2) Periodo de Monitoreo 8 horas		**Aceleración en Y** (m/s^2) Periodo de Monitoreo 8 horas		**Aceleración en Z** (m/s^2) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
2,5	0,0528	**0,240**	1,23	**0,240**	0,587	**0,400**
3,15	0,0599	**0,555**	1,60	**0,555**	0,975	**0,355**
4	0,0632	**0,450**	0,853	**0,450**	0,801	**0,315**
5	0,0518	**0,560**	0,786	**0,560**	1,11	**0,315**
6,3	0,0572	**0,710**	0,805	**0,710**	0,806	**0,315**
8	0,0615	**0,900**	0,900	**0,900**	0,640	**0,315**
10	0,0527	**1,120**	0,717	**1,120**	1,10	**0,400**
12,5	0,0595	**1,400**	0,451	**1,400**	1,06	**0,500**
16	0,0627	**1,800**	0,717	**1,800**	0,602	**0,630**
20	0,0544	**2,240**	0,624	**2,240**	0,647	**0,800**
25	0,0617	**2,800**	0,345	**2,800**	0,402	**1,000**
31,5	0,0675	**3,550**	0,877	**3,550**	1,58	**1,250**
40	0,0581	**4,500**	0,229	**4,500**	0,203	**1,600**
50	0,0622	**5,600**	0,234	**5,600**	0,123	**2,000**
63	0,0684	**7,100**	0,318	**7,100**	0,204	**2,500**
80	0,0573	**9,000**	0,290	**9,000**	0,285	**3,150**

Fuente: CODESA, 2018.





Imágenes 2.7.18 y 2.7.19. Monitoreo de vibración en MCA Pre-Stripping – compactadora lisa (978485 N/ 537118 E)

MCA Pre-Stripping – Punto 2

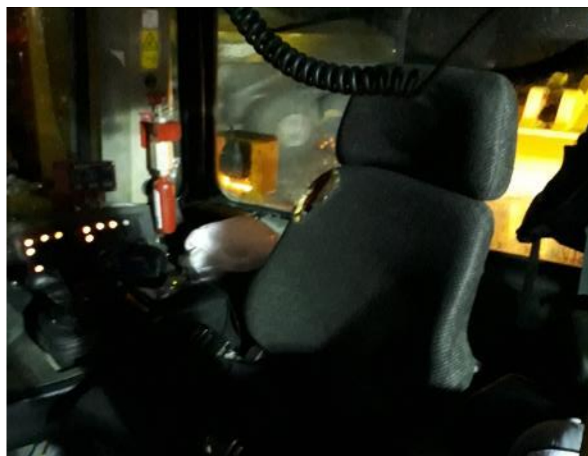
En la tabla 2.7.12 se observa que los valores obtenidos en la medición realizada en MCA Pre-Stripping, al trabajador Efraín González - operador de la tractor de cadenas (ver imágenes 2.7.20 y 2.7.21), se encuentran por encima de los valores normados en el Reglamento Técnico de Referencia, específicamente en el eje X (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10,12.5, 16, 20 y 25), eje Y (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 31,5 y 40) y eje Z (frecuencias (Hz) 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20, 31.5 y 40).

Tabla 2.7.12. Resultado de Monitoreo de Vibraciones en MCA Pre-Stripping – Punto 2

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**		**Aceleración en Y** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**		**Aceleración en Z** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
1	1,27	**0,224**	1,59	**0,224**	0,820	**0,630**
1,25	1,40	**0,224**	2,01	**0,224**	1,10	**0,560**

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**		**Aceleración en Y** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**		**Aceleración en Z** (m/s^2) **Periodo de Monitoreo 8 horas**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
1,6	1,73	**0,224**	2,41	**0,224**	1,24	**0,500**
2	2,07	**0,224**	2,60	**0,224**	1,65	**0,450**
2,5	2,60	**0,240**	2,50	**0,240**	2,28	**0,400**
3,15	2,71	**0,555**	2,23	**0,555**	2,76	**0,355**
4	2,58	**0,450**	2,76	**0,450**	2,76	**0,315**
5	4,03	**0,560**	3,48	**0,560**	3,31	**0,315**
6,3	4,25	**0,710**	4,62	**0,710**	3,13	**0,315**
8	4,57	**0,900**	5,11	**0,900**	2,21	**0,315**
10	3,14	**1,120**	3,32	**1,120**	2,34	**0,400**
12,5	3,08	**1,400**	2,70	**1,400**	2,49	**0,500**
16	3,72	**1,800**	2,66	**1,800**	1,93	**0,630**
20	4,98	**2,240**	3,65	**2,240**	1,78	**0,800**
25	4,26	**2,800**	4,10	**2,800**	2,19	**1,000**
31,5	3,22	**3,550**	9,05	**3,550**	2,23	**1,250**
40	2,34	**4,500**	8,06	**4,500**	1,89	**1,600**
50	1,31	**5,600**	2,28	**5,600**	1,03	**2,000**
63	1,18	**7,100**	2,35	**7,100**	0,628	**2,500**
80	1,15	**9,000**	1,75	**9,000**	0,386	**3,150**

Fuente: CODESA, 2018.

Imágenes 2.7.20 y 2.7.21. Monitoreo de vibración en MCA Pre-Stripping – tractor de cadenas (977586 N/ 537493 E)

2.7.7 Conclusiones

Los resultados obtenidos en el monitoreo de vibraciones en las direcciones espaciales X, Y y Z a los trabajadores Gestulio Valdés (Power Plant – Punta Rincón) en el eje X (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16 y 20); eje Y (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6 y 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10 y 12.5) y eje Z (frecuencias (Hz) 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5 y 16); Jason Benett (Plataforma de trituración Punta Rincón) eje X (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5 y 6.3), eje Y (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6 y 2, 2.5, 3.15, 4, 5 y 6.3) y eje Z (frecuencias (Hz) 1, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20 y 25); Carlos Toribio (Sitio de Disposición de Material Estéril TMF) en el eje X (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3. 8, 10, 12.5, 16, 20, 25 y 31.5); eje Y (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3. 8, 10, 12.5, 16, 20, 25, 31.5 y 40) y eje Z (frecuencias (Hz) 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3. 8, 10, 12.5, 16, 20, 25 y 31.5); Jean Carlos Acevedo (Sitio Planta) en el eje X (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20 y 25), eje Y (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20 y 25) y eje Z (frecuencias (Hz) 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16 y 20); Rubén Quintero (Plataforma de Trituración – Botija) en el eje X (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3 y 63), eje Y (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 4, 5, 6.3 y 63) y eje Z (frecuencias (Hz) 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20, 25 y 63); Onésimo Núñez (Sumidero Sur de Botija) en el eje X (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3 y 8) y eje Z (frecuencia (Hz) 8); Manuel Hernández (Garita 3 avanzada del

camino de acceso Este) en el eje X (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3 y 8), eje Y (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4 y 5) y eje Z (frecuencias (Hz) 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5 y 16); César Vega (Garita 3 avanzada del camino de acceso Este) en el eje X (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20 y 25), eje Y (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10 y 12.5) y eje Z (frecuencias (Hz) 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10 y 12.5); Mario Santamaría (MCA Pre-Stripping) en el eje Y (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5 y 6.3) y eje Z (frecuencias (Hz) 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5 y 31.5) y Efraín González (MCA Pre-Stripping) en el eje X (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10,12.5, 16, 20 y 25), eje Y (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 31,5 y 40) y eje Z (frecuencias (Hz) 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20, 31.5 y 40), evidencian que no cumplen con el límite máximo que se establece en el Reglamento Técnico DGNTI[5]-COPANIT[6] 45-2000 para un periodo de exposición de 8 horas; de modo que las actividades que realizan los trabajadores podrían estar afectando su salud.

2.7.8. Recomendaciones

- Comunicar a los trabajadores al momento de iniciar la relación obrero patronal, sobre las posibles alteraciones de la salud, debido a la exposición de vibraciones en el área de trabajo.
- Reemplazar el sistema de amortiguación en los asientos de aquellas maquinarias que mostraron altos niveles de vibración durante los monitoreos, para reducir las posibles afectaciones sobre el operador.
- Realizar el mantenimiento periódico de las maquinarias utilizadas en el Proyecto, incluyendo su sistema de suspensión, para optimizar su eficiencia y minimizar las vibraciones que generan.
- Repetir el monitoreo de vibraciones en las maquinarias que mostraron niveles por encima de la norma, en la próxima inspección de campo.

[5] DGNTI: Dirección General de Normas y Tecnología Industrial
[6] COPANIT: Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas

2.7.9. Bibliografía

ISO (Organización Internacional de Normalización). 1997. Norma ISO 2631-1:1997 Vibraciones y choques mecánicos. Guía para la estimación de la exposición de los individuos a vibraciones globales del cuerpo. Parte 1: Requerimientos generales.

MICI (Ministerio de Comercio e Industrias). 2000. Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45. Higiene y Seguridad Industrial. Condiciones de Higiene y Seguridad en Ambientes de Trabajo donde se generen Vibraciones. República de Panamá. Gaceta Oficial 24163, miércoles 18 de octubre de 2000. pp. 8-18. Disponible en: http://www.cnpml.org.pa/cnpml/leyes_normas/copanit_45_2000_vibraciones.pdf .

OIT (Organización Internacional del Trabajo). 2001. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo de la OIT. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. Tercera Edición, pp. 50.1-50.17. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/50.pdf

Pichardo, G. & Jiménez, M. 2007. Vibraciones y Salud en el trabajo. Revisión Bibliográfica. México. 16 p. Disponible en: http://exposicionesvirtuales.com/so_images/7597/vibraciones.pdf

Anexos

Anexo 2.7.1. Data generada por el equipo durante las mediciones

Power Plant (Punta Rincón) - Gestulio Valdés

X

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	1.27	m/s^2
1Hz	1.81	m/s^2
1.25Hz	1.92	m/s^2
1.6Hz	1.92	m/s^2
2Hz	2.25	m/s^2
2.5Hz	2.05	m/s^2
3.15Hz	2.13	m/s^2
4Hz	3.05	m/s^2
5Hz	3.04	m/s^2
6.3Hz	1.82	m/s^2
8Hz	1.81	m/s^2
10Hz	2.15	m/s^2
12.5Hz	2.67	m/s^2
16Hz	2.89	m/s^2
20Hz	2.36	m/s^2
25Hz	1.45	m/s^2
31.5Hz	1.33	m/s^2
40Hz	0.942	m/s^2
50Hz	0.968	m/s^2
63Hz	0.843	m/s^2
80Hz	0.860	m/s^2
100Hz	0.983	m/s^2

Y

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.729	m/s^2
1Hz	1.13	m/s^2
1.25Hz	1.65	m/s^2
1.6Hz	2.28	m/s^2
2Hz	2.55	m/s^2
2.5Hz	2.97	m/s^2
3.15Hz	3.01	m/s^2
4Hz	2.66	m/s^2
5Hz	2.40	m/s^2
6.3Hz	2.25	m/s^2
8Hz	2.42	m/s^2
10Hz	1.79	m/s^2
12.5Hz	1.44	m/s^2
16Hz	1.23	m/s^2
20Hz	1.18	m/s^2
25Hz	1.63	m/s^2
31.5Hz	1.88	m/s^2
40Hz	1.21	m/s^2
50Hz	1.62	m/s^2
63Hz	1.19	m/s^2
80Hz	1.09	m/s^2
100Hz	1.27	m/s^2

Z

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.216	m/s^2
1Hz	0.249	m/s^2
1.25Hz	0.377	m/s^2
1.6Hz	0.531	m/s^2
2Hz	0.842	m/s^2
2.5Hz	1.16	m/s^2
3.15Hz	1.35	m/s^2
4Hz	1.20	m/s^2
5Hz	0.916	m/s^2
6.3Hz	1.08	m/s^2
8Hz	1.43	m/s^2
10Hz	1.23	m/s^2
12.5Hz	0.822	m/s^2
16Hz	0.953	m/s^2
20Hz	0.771	m/s^2
25Hz	0.603	m/s^2
31.5Hz	0.788	m/s^2
40Hz	0.528	m/s^2
50Hz	0.449	m/s^2
63Hz	0.322	m/s^2
80Hz	0.223	m/s^2
100Hz	0.193	m/s^2

Plataforma de trituración (Punta Rincón) - Jason Banett

X

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	1.86	m/s^2
1Hz	1.86	m/s^2
1.25Hz	2.33	m/s^2
1.6Hz	2.92	m/s^2
2Hz	2.67	m/s^2
2.5Hz	1.53	m/s^2
3.15Hz	1.27	m/s^2
4Hz	1.16	m/s^2
5Hz	1.10	m/s^2
6.3Hz	0.887	m/s^2
8Hz	0.811	m/s^2
10Hz	0.883	m/s^2
12.5Hz	0.939	m/s^2
16Hz	0.675	m/s^2
20Hz	0.731	m/s^2
25Hz	0.909	m/s^2
31.5Hz	0.939	m/s^2
40Hz	1.32	m/s^2
50Hz	1.31	m/s^2
63Hz	1.88	m/s^2
80Hz	1.28	m/s^2
100Hz	1.08	m/s^2

Y

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	2.28	m/s^2
1Hz	2.53	m/s^2
1.25Hz	2.72	m/s^2
1.6Hz	2.52	m/s^2
2Hz	1.76	m/s^2
2.5Hz	1.37	m/s^2
3.15Hz	1.09	m/s^2
4Hz	0.965	m/s^2
5Hz	1.12	m/s^2
6.3Hz	1.04	m/s^2
8Hz	0.732	m/s^2
10Hz	0.506	m/s^2
12.5Hz	0.465	m/s^2
16Hz	0.421	m/s^2
20Hz	0.525	m/s^2
25Hz	1.09	m/s^2
31.5Hz	1.69	m/s^2
40Hz	3.60	m/s^2
50Hz	1.94	m/s^2
63Hz	5.12	m/s^2
80Hz	2.35	m/s^2
100Hz	1.01	m/s^2

Z

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.529	m/s^2
1Hz	0.635	m/s^2
1.25Hz	0.909	m/s^2
1.6Hz	1.46	m/s^2
2Hz	4.74	m/s^2
2.5Hz	3.51	m/s^2
3.15Hz	2.08	m/s^2
4Hz	1.77	m/s^2
5Hz	1.54	m/s^2
6.3Hz	1.36	m/s^2
8Hz	1.10	m/s^2
10Hz	1.07	m/s^2
12.5Hz	0.906	m/s^2
16Hz	1.25	m/s^2
20Hz	1.87	m/s^2
25Hz	1.31	m/s^2
31.5Hz	0.755	m/s^2
40Hz	0.735	m/s^2
50Hz	0.458	m/s^2
63Hz	0.352	m/s^2
80Hz	0.230	m/s^2
100Hz	0.211	m/s^2

Botadero – TMF - Carlos Toribio

X

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	2.29	m/s²
1Hz	1.99	m/s²
1.25Hz	1.70	m/s²
1.6Hz	3.02	m/s²
2Hz	3.07	m/s²
2.5Hz	2.06	m/s²
3.15Hz	2.12	m/s²
4Hz	2.22	m/s²
5Hz	2.55	m/s²
6.3Hz	2.25	m/s²
8Hz	2.87	m/s²
10Hz	3.23	m/s²
12.5Hz	2.27	m/s²
16Hz	2.02	m/s²
20Hz	2.56	m/s²
25Hz	3.44	m/s²
31.5Hz	4.10	m/s²
40Hz	3.27	m/s²
50Hz	1.65	m/s²
63Hz	1.02	m/s²
80Hz	0.601	m/s²
100Hz	0.511	m/s²

Y

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	1.42	m/s²
1Hz	1.52	m/s²
1.25Hz	1.98	m/s²
1.6Hz	2.62	m/s²
2Hz	3.69	m/s²
2.5Hz	5.86	m/s²
3.15Hz	6.19	m/s²
4Hz	4.57	m/s²
5Hz	4.43	m/s²
6.3Hz	4.45	m/s²
8Hz	4.99	m/s²
10Hz	5.93	m/s²
12.5Hz	6.52	m/s²
16Hz	6.85	m/s²
20Hz	6.58	m/s²
25Hz	6.67	m/s²
31.5Hz	7.41	m/s²
40Hz	6.12	m/s²
50Hz	4.35	m/s²
63Hz	2.68	m/s²
80Hz	2.18	m/s²
100Hz	2.33	m/s²

Z

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.474	m/s²
1Hz	0.627	m/s²
1.25Hz	0.792	m/s²
1.6Hz	0.988	m/s²
2Hz	1.45	m/s²
2.5Hz	2.13	m/s²
3.15Hz	2.45	m/s²
4Hz	2.12	m/s²
5Hz	1.73	m/s²
6.3Hz	1.83	m/s²
8Hz	1.89	m/s²
10Hz	1.75	m/s²
12.5Hz	1.64	m/s²
16Hz	1.69	m/s²
20Hz	1.62	m/s²
25Hz	1.46	m/s²
31.5Hz	1.36	m/s²
40Hz	1.39	m/s²
50Hz	0.932	m/s²
63Hz	0.655	m/s²
80Hz	0.563	m/s²
100Hz	0.558	m/s²

Sitio Planta - Jean Carlos Acevedo

X

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	2.36	m/s²
1Hz	2.62	m/s²
1.25Hz	2.86	m/s²
1.6Hz	3.65	m/s²
2Hz	3.23	m/s²
2.5Hz	4.21	m/s²
3.15Hz	4.57	m/s²
4Hz	4.02	m/s²
5Hz	3.33	m/s²
6.3Hz	4.47	m/s²
8Hz	4.80	m/s²
10Hz	3.85	m/s²
12.5Hz	3.18	m/s²
16Hz	4.35	m/s²
20Hz	5.64	m/s²
25Hz	3.87	m/s²
31.5Hz	2.29	m/s²
40Hz	2.00	m/s²
50Hz	2.06	m/s²
63Hz	1.74	m/s²
80Hz	1.43	m/s²
100Hz	1.19	m/s²

Y

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	1.53	m/s²
1Hz	1.86	m/s²
1.25Hz	2.34	m/s²
1.6Hz	2.81	m/s²
2Hz	4.25	m/s²
2.5Hz	6.13	m/s²
3.15Hz	6.19	m/s²
4Hz	5.13	m/s²
5Hz	4.69	m/s²
6.3Hz	6.82	m/s²
8Hz	6.04	m/s²
10Hz	3.91	m/s²
12.5Hz	4.32	m/s²
16Hz	8.08	m/s²
20Hz	7.81	m/s²
25Hz	4.21	m/s²
31.5Hz	2.71	m/s²
40Hz	1.88	m/s²
50Hz	2.09	m/s²
63Hz	2.29	m/s²
80Hz	2.26	m/s²
100Hz	1.82	m/s²

Z

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.341	m/s²
1Hz	0.322	m/s²
1.25Hz	0.372	m/s²
1.6Hz	0.494	m/s²
2Hz	0.737	m/s²
2.5Hz	1.37	m/s²
3.15Hz	1.16	m/s²
4Hz	1.18	m/s²
5Hz	1.27	m/s²
6.3Hz	1.45	m/s²
8Hz	1.37	m/s²
10Hz	1.68	m/s²
12.5Hz	1.49	m/s²
16Hz	1.17	m/s²
20Hz	0.962	m/s²
25Hz	0.873	m/s²
31.5Hz	0.755	m/s²
40Hz	0.690	m/s²
50Hz	0.459	m/s²
63Hz	0.364	m/s²
80Hz	0.261	m/s²
100Hz	0.228	m/s²

Plataforma de Trituración Botija - Rubén Quintero

X

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	1.62	m/s²
1Hz	1.81	m/s²
1.25Hz	1.90	m/s²
1.6Hz	2.03	m/s²
2Hz	1.46	m/s²
2.5Hz	1.26	m/s²
3.15Hz	1.29	m/s²
4Hz	1.21	m/s²
5Hz	1.06	m/s²
6.3Hz	0.954	m/s²
8Hz	0.984	m/s²
10Hz	0.944	m/s²
12.5Hz	0.743	m/s²
16Hz	0.741	m/s²
20Hz	0.774	m/s²
25Hz	0.684	m/s²
31.5Hz	0.575	m/s²
40Hz	1.97	m/s²
50Hz	0.761	m/s²
63Hz	1.32	m/s²
80Hz	0.497	m/s²
100Hz	0.341	m/s²

Y

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	1.67	m/s²
1Hz	2.30	m/s²
1.25Hz	2.28	m/s²
1.6Hz	1.66	m/s²
2Hz	1.17	m/s²
2.5Hz	0.938	m/s²
3.15Hz	0.787	m/s²
4Hz	0.591	m/s²
5Hz	0.614	m/s²
6.3Hz	0.795	m/s²
8Hz	0.706	m/s²
10Hz	0.388	m/s²
12.5Hz	0.284	m/s²
16Hz	0.244	m/s²
20Hz	0.356	m/s²
25Hz	0.618	m/s²
31.5Hz	0.783	m/s²
40Hz	1.57	m/s²
50Hz	1.48	m/s²
63Hz	9.03	m/s²
80Hz	0.937	m/s²
100Hz	0.349	m/s²

Z

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.314	m/s²
1Hz	0.387	m/s²
1.25Hz	0.429	m/s²
1.6Hz	0.942	m/s²
2Hz	2.55	m/s²
2.5Hz	1.80	m/s²
3.15Hz	1.02	m/s²
4Hz	0.862	m/s²
5Hz	0.780	m/s²
6.3Hz	0.760	m/s²
8Hz	0.691	m/s²
10Hz	0.583	m/s²
12.5Hz	0.677	m/s²
16Hz	0.789	m/s²
20Hz	0.811	m/s²
25Hz	1.19	m/s²
31.5Hz	0.689	m/s²
40Hz	1.38	m/s²
50Hz	1.04	m/s²
63Hz	5.48	m/s²
80Hz	0.451	m/s²
100Hz	0.166	m/s²

Sumidero Sur de Botija - Onésimo Núñez

X

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.906	m/s²
1Hz	0.927	m/s²
1.25Hz	0.943	m/s²
1.6Hz	0.883	m/s²
2Hz	0.990	m/s²
2.5Hz	1.13	m/s²
3.15Hz	1.12	m/s²
4Hz	1.03	m/s²
5Hz	1.11	m/s²
6.3Hz	0.986	m/s²
8Hz	0.973	m/s²
10Hz	0.888	m/s²
12.5Hz	0.820	m/s²
16Hz	0.981	m/s²
20Hz	0.938	m/s²
25Hz	1.98	m/s²
31.5Hz	1.03	m/s²
40Hz	1.17	m/s²
50Hz	0.708	m/s²
63Hz	0.547	m/s²
80Hz	0.610	m/s²
100Hz	0.350	m/s²

Y

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.137	m/s²
1Hz	0.122	m/s²
1.25Hz	0.102	m/s²
1.6Hz	0.127	m/s²
2Hz	0.181	m/s²
2.5Hz	0.185	m/s²
3.15Hz	0.174	m/s²
4Hz	0.220	m/s²
5Hz	0.316	m/s²
6.3Hz	0.487	m/s²
8Hz	0.305	m/s²
10Hz	0.164	m/s²
12.5Hz	0.352	m/s²
16Hz	0.414	m/s²
20Hz	0.541	m/s²
25Hz	2.62	m/s²
31.5Hz	0.921	m/s²
40Hz	0.408	m/s²
50Hz	0.244	m/s²
63Hz	0.187	m/s²
80Hz	0.253	m/s²
100Hz	0.230	m/s²

Z

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	9.48E-2	m/s²
1Hz	0.104	m/s²
1.25Hz	0.111	m/s²
1.6Hz	0.136	m/s²
2Hz	0.208	m/s²
2.5Hz	0.236	m/s²
3.15Hz	0.292	m/s²
4Hz	0.287	m/s²
5Hz	0.204	m/s²
6.3Hz	0.280	m/s²
8Hz	0.336	m/s²
10Hz	0.198	m/s²
12.5Hz	0.306	m/s²
16Hz	0.408	m/s²
20Hz	0.517	m/s²
25Hz	0.906	m/s²
31.5Hz	0.466	m/s²
40Hz	0.377	m/s²
50Hz	0.175	m/s²
63Hz	0.127	m/s²
80Hz	0.194	m/s²
100Hz	0.122	m/s²

Garita 3 avanzada del Camino de Acceso Este – Punto 1 - Manuel Hernández

X

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.559	m/s²
1Hz	0.606	m/s²
1.25Hz	0.762	m/s²
1.6Hz	0.808	m/s²
2Hz	0.865	m/s²
2.5Hz	1.04	m/s²
3.15Hz	1.06	m/s²
4Hz	1.07	m/s²
5Hz	1.30	m/s²
6.3Hz	0.925	m/s²
8Hz	0.786	m/s²
10Hz	1.02	m/s²
12.5Hz	1.37	m/s²
16Hz	1.26	m/s²
20Hz	1.50	m/s²
25Hz	1.58	m/s²
31.5Hz	1.45	m/s²
40Hz	1.28	m/s²
50Hz	1.37	m/s²
63Hz	0.745	m/s²
80Hz	0.481	m/s²
100Hz	0.354	m/s²

Y

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.455	m/s²
1Hz	0.680	m/s²
1.25Hz	0.982	m/s²
1.6Hz	1.23	m/s²
2Hz	1.23	m/s²
2.5Hz	1.36	m/s²
3.15Hz	1.28	m/s²
4Hz	1.04	m/s²
5Hz	0.662	m/s²
6.3Hz	0.654	m/s²
8Hz	0.634	m/s²
10Hz	0.473	m/s²
12.5Hz	0.401	m/s²
16Hz	0.479	m/s²
20Hz	0.709	m/s²
25Hz	0.782	m/s²
31.5Hz	0.873	m/s²
40Hz	0.772	m/s²
50Hz	0.950	m/s²
63Hz	0.591	m/s²
80Hz	0.393	m/s²
100Hz	0.328	m/s²

Z

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.149	m/s²
1Hz	0.227	m/s²
1.25Hz	0.307	m/s²
1.6Hz	0.396	m/s²
2Hz	0.441	m/s²
2.5Hz	0.538	m/s²
3.15Hz	0.692	m/s²
4Hz	0.736	m/s²
5Hz	0.573	m/s²
6.3Hz	0.633	m/s²
8Hz	0.843	m/s²
10Hz	1.05	m/s²
12.5Hz	0.924	m/s²
16Hz	0.797	m/s²
20Hz	0.716	m/s²
25Hz	0.440	m/s²
31.5Hz	0.612	m/s²
40Hz	0.573	m/s²
50Hz	0.394	m/s²
63Hz	0.244	m/s²
80Hz	0.187	m/s²
100Hz	0.193	m/s²

Garita 3 avanzada del Camino de Acceso Este – Punto 2 - **César Vega**

X

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	1.52	m/s²
1Hz	1.24	m/s²
1.25Hz	1.07	m/s²
1.6Hz	1.39	m/s²
2Hz	1.40	m/s²
2.5Hz	1.70	m/s²
3.15Hz	1.63	m/s²
4Hz	1.76	m/s²
5Hz	2.26	m/s²
6.3Hz	3.70	m/s²
8Hz	2.39	m/s²
10Hz	2.01	m/s²
12.5Hz	2.20	m/s²
16Hz	1.92	m/s²
20Hz	3.16	m/s²
25Hz	3.05	m/s²
31.5Hz	2.94	m/s²
40Hz	2.58	m/s²
50Hz	1.27	m/s²
63Hz	0.992	m/s²
80Hz	0.738	m/s²
100Hz	0.409	m/s²

Y

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	1.90	m/s²
1Hz	1.83	m/s²
1.25Hz	1.87	m/s²
1.6Hz	1.68	m/s²
2Hz	1.71	m/s²
2.5Hz	1.87	m/s²
3.15Hz	1.63	m/s²
4Hz	1.60	m/s²
5Hz	1.97	m/s²
6.3Hz	1.26	m/s²
8Hz	2.00	m/s²
10Hz	2.36	m/s²
12.5Hz	2.08	m/s²
16Hz	1.31	m/s²
20Hz	1.01	m/s²
25Hz	1.58	m/s²
31.5Hz	1.80	m/s²
40Hz	1.34	m/s²
50Hz	0.760	m/s²
63Hz	0.761	m/s²
80Hz	1.28	m/s²
100Hz	0.684	m/s²

Z

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.343	m/s²
1Hz	0.343	m/s²
1.25Hz	0.391	m/s²
1.6Hz	0.375	m/s²
2Hz	0.486	m/s²
2.5Hz	0.657	m/s²
3.15Hz	0.951	m/s²
4Hz	1.54	m/s²
5Hz	2.02	m/s²
6.3Hz	1.01	m/s²
8Hz	1.15	m/s²
10Hz	0.807	m/s²
12.5Hz	0.675	m/s²
16Hz	0.549	m/s²
20Hz	0.410	m/s²
25Hz	0.364	m/s²
31.5Hz	0.320	m/s²
40Hz	1.10	m/s²
50Hz	0.387	m/s²
63Hz	0.361	m/s²
80Hz	0.323	m/s²
100Hz	0.157	m/s²

MCA Pre-Stripping – Punto 1 - Mario Santamaría

X

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	6.21E-2	m/s²
1Hz	6.61E-2	m/s²
1.25Hz	5.43E-2	m/s²
1.6Hz	6.26E-2	m/s²
2Hz	6.31E-2	m/s²
2.5Hz	5.28E-2	m/s²
3.15Hz	5.99E-2	m/s²
4Hz	6.32E-2	m/s²
5Hz	5.18E-2	m/s²
6.3Hz	5.72E-2	m/s²
8Hz	6.15E-2	m/s²
10Hz	5.27E-2	m/s²
12.5Hz	5.95E-2	m/s²
16Hz	6.27E-2	m/s²
20Hz	5.44E-2	m/s²
25Hz	6.17E-2	m/s²
31.5Hz	6.75E-2	m/s²
40Hz	5.81E-2	m/s²
50Hz	6.22E-2	m/s²
63Hz	6.84E-2	m/s²
80Hz	5.73E-2	m/s²
100Hz	6.20E-2	m/s²

Y

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.742	m/s²
1Hz	1.01	m/s²
1.25Hz	1.61	m/s²
1.6Hz	1.54	m/s²
2Hz	1.07	m/s²
2.5Hz	1.23	m/s²
3.15Hz	1.60	m/s²
4Hz	0.853	m/s²
5Hz	0.786	m/s²
6.3Hz	0.805	m/s²
8Hz	0.900	m/s²
10Hz	0.717	m/s²
12.5Hz	0.451	m/s²
16Hz	0.717	m/s²
20Hz	0.624	m/s²
25Hz	0.345	m/s²
31.5Hz	0.877	m/s²
40Hz	0.229	m/s²
50Hz	0.234	m/s²
63Hz	0.318	m/s²
80Hz	0.290	m/s²
100Hz	0.302	m/s²

Z

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.165	m/s²
1Hz	0.195	m/s²
1.25Hz	0.242	m/s²
1.6Hz	0.228	m/s²
2Hz	0.307	m/s²
2.5Hz	0.587	m/s²
3.15Hz	0.975	m/s²
4Hz	0.801	m/s²
5Hz	1.11	m/s²
6.3Hz	0.806	m/s²
8Hz	0.640	m/s²
10Hz	1.10	m/s²
12.5Hz	1.06	m/s²
16Hz	0.602	m/s²
20Hz	0.647	m/s²
25Hz	0.402	m/s²
31.5Hz	1.58	m/s²
40Hz	0.203	m/s²
50Hz	0.123	m/s²
63Hz	0.204	m/s²
80Hz	0.285	m/s²
100Hz	0.525	m/s²

MCA Pre-Stripping – Punto 2 - Efraín González

X

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	1.15	m/s²
1Hz	1.27	m/s²
1.25Hz	1.40	m/s²
1.6Hz	1.73	m/s²
2Hz	2.07	m/s²
2.5Hz	2.60	m/s²
3.15Hz	2.71	m/s²
4Hz	2.58	m/s²
5Hz	4.03	m/s²
6.3Hz	4.25	m/s²
8Hz	4.57	m/s²
10Hz	3.14	m/s²
12.5Hz	3.08	m/s²
16Hz	3.72	m/s²
20Hz	4.98	m/s²
25Hz	4.26	m/s²
31.5Hz	3.22	m/s²
40Hz	2.34	m/s²
50Hz	1.31	m/s²
63Hz	1.18	m/s²
80Hz	1.15	m/s²
100Hz	1.09	m/s²

Y

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	1.29	m/s²
1Hz	1.59	m/s²
1.25Hz	2.01	m/s²
1.6Hz	2.41	m/s²
2Hz	2.60	m/s²
2.5Hz	2.50	m/s²
3.15Hz	2.23	m/s²
4Hz	2.76	m/s²
5Hz	3.48	m/s²
6.3Hz	4.62	m/s²
8Hz	5.11	m/s²
10Hz	3.32	m/s²
12.5Hz	2.70	m/s²
16Hz	2.66	m/s²
20Hz	3.65	m/s²
25Hz	4.10	m/s²
31.5Hz	9.05	m/s²
40Hz	8.06	m/s²
50Hz	2.28	m/s²
63Hz	2.35	m/s²
80Hz	1.75	m/s²
100Hz	1.29	m/s²

Z

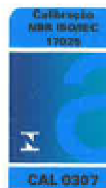
Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.709	m/s²
1Hz	0.820	m/s²
1.25Hz	1.10	m/s²
1.6Hz	1.24	m/s²
2Hz	1.65	m/s²
2.5Hz	2.28	m/s²
3.15Hz	2.76	m/s²
4Hz	2.76	m/s²
5Hz	3.31	m/s²
6.3Hz	3.13	m/s²
8Hz	2.21	m/s²
10Hz	2.34	m/s²
12.5Hz	2.49	m/s²
16Hz	1.93	m/s²
20Hz	1.78	m/s²
25Hz	2.19	m/s²
31.5Hz	2.23	m/s²
40Hz	1.89	m/s²
50Hz	1.03	m/s²
63Hz	0.628	m/s²
80Hz	0.386	m/s²
100Hz	0.292	m/s²

Anexo 2.7.2. Certificado de calibración del equipo



CALILAB - Laboratório de Calibração e Ensaios da Total Safety

CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
RBC - REDE BRASILEIRA DE CALIBRAÇÃO.



CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC5-10046-418

1- CLIENTE/ EQUIPAMENTO

Data da calibração: 04/07/2017
Processo: 17592

Nome: Corporación de Dessarrollo Ambiental S.A.
Endereço: Calle 74 Oeste - Edificio Plaza Aventura, local M-23 El Dorado - Ciudad de Panamá - Panamá

Equipamento:	Medidor de Vibração	Acelerômetro (ACL-1)	Acelerômetro (ACL-2)
Marca:	Casella Cel	01dB	Casella Cel
Modelo:	Cel-960	AP2042	CEL-960ACC2
Número de Série:	20152	2021	20101
Identificação:	EQC 0060	---	---

2- PADRÕES E INSTRUMENTAÇÃO

Descrição	Código	Certificado:	Emitente:
Acelerômetro	P179	DIMCI 0404/2015	INMETRO
Sistema de Aquisição	P182	RBC 16/0880	RBC

Amplificador	P187	Sistema de Aquisição	P182
Shaker	P203	Gerador (teste dinâmico)	P128
Gerador de Ruído	P206	Termômetro	P161
Conversor Carga/CCP	P183	Higrômetro	P161

3- INFORMAÇÕES DA CALIBRAÇÃO

Procedimento: IT-943: Método de calibração de medidor de vibrações de acordo com a norma ISO 16063-21 - Methods for the calibration of vibration and shock transducers - Part 21: Vibration calibration by comparison to a reference transducer. Resposta elétrica de acordo com a ISO 8041 - Human response to vibration - Measuring instrumentation e/ou com a ISO 2954 - Mechanical vibration of rotating and reciprocating machinery - Requirements for instruments for measuring vibration severity, como aplicável.

Características: A resposta em frequência é determinada pela resposta dinâmica por comparação com um acelerômetro padrão. O teste é feito com o acelerômetro acoplado na configuração back-to-back em um excitador dinâmico. A sensibilidade é determinada em um sistema de aquisição (analisador). O teste de linearidade segue o mesmo procedimento.

As ponderações em frequência, conforme aplicável, são verificadas através de estímulos elétricos diretos na unidade de medição. Os erros das indicações são exibidos juntamente com os limites de tolerância que a norma estabelece para aquela determinada ponderação.

Para esta calibração foi usado um sinal de excitação do tipo: ruído de banda larga e o transdutor colado com cianocrilato na configuração correspondente.

Condições ambientais: Temperatura: 16,6 ºC, Umidade Relativa: 63 %. Temperatura média do transdutor 16,5 ºC.

Observações gerais: 1- Os resultados apresentados referem-se à média dos valores encontrados.

2- Cada Incerteza Expandida de Medição (U) relatada é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência $k = 2,00$, que para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95 %. A incerteza padrão de medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.

3- O presente certificado de calibração é válido apenas para o Medidor de Vibração / Acelerômetros acima descritos, não sendo extensivo a quaisquer outros, ainda que similares.

4- Este certificado de calibração somente pode ser reproduzido completo. Reproduções para fins de divulgação em material publicitário, bem como reproduções parciais, requerem autorização escrita do laboratório emitente. Nenhuma reprodução poderá ser usada de maneira enganosa.

5- Para os testes elétricos o laboratório conta com rastreabilidade formal na faixa de 20 Hz até 10 kHz. Para as baixas freqüências são usados sinais elétricos validados no próprio laboratório. A forma de validação foi oportunamente verificada por especialista do Inmetro. Estas informações (relativas à rastreabilidade e ao método disponibilizado para as baixas freqüências) foram negociadas com o cliente durante a fase de contratação. O método permite calibrar o equipamento em toda a faixa de interesse do cliente mediante uso de padrão consensado.

6- Cgcre/Inmetro is Signatory of the ILAC Mutual Recognition Arrangement. Cgcre/Inmetro is Signatory of a Bilateral Mutual Agreement with EA. Cgcre/Inmetro is signatory of the IAAC Mutual Recognition Arrangement.

Executante: ____________

Página: 1/6

Este certificado atende aos requisitos de acreditação pela Cgcre/Inmetro que avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida (ou ao Sistema Internacional de Unidades - SI).

R. Gal. Humberto de A. C. Branco, 310 – São Caetano do Sul – SP – CEP 09560-380 – Tel: (11) 4220-2600 / FAX: (11) 4220-2555



CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

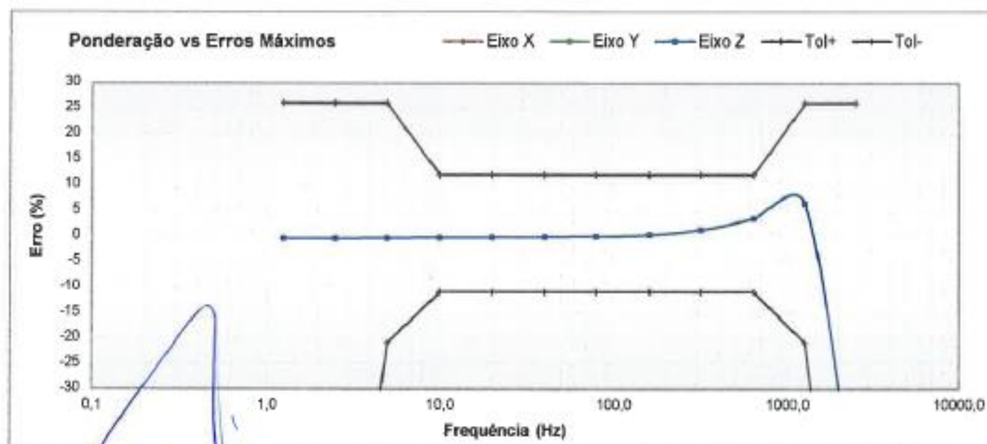
CERTIFICADO DE CALIBRAÇAO Nº: RBC5-10046-418

4- RESULTADOS DAS MEDIÇÕES

(Teste Elétrico - estímulo de entrada: 870 mV)

Ponderação em Frequência Wh

Frequência Nominal (Hz)	Erro Eixo X (%)	Erro Eixo Y (%)	Erro Eixo Z (%)	Fator Wh (%)	Erro máximo admissível Superior (%)	Erro máximo admissível Inferior (%)	Incerteza (%)
0,8	---	---	---	---	---	---	---
1	---	---	---	---	---	---	---
1,25	-0,5	-0,4	-0,4	0,040	26	-100	0,4
1,6	---	---	---	---	---	---	---
2	---	---	---	---	---	---	---
2,5	-0,4	-0,4	-0,4	0,158	26	-100	0,4
3,15	---	---	---	---	---	---	---
4	---	---	---	---	---	---	---
5	-0,3	-0,3	-0,3	0,545	26	-21	0,4
6,3	---	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	---	---	---	---
10	-0,3	-0,3	-0,3	0,951	12	-11	0,4
12,5	---	---	---	---	---	---	---
16	---	---	---	---	---	---	---
20	-0,2	-0,2	-0,2	0,782	12	-11	0,2
25	---	---	---	---	---	---	---
31,5	---	---	---	---	---	---	---
40	-0,1	-0,1	-0,1	0,411	12	-11	0,2
50	---	---	---	---	---	---	---
63	---	---	---	---	---	---	---
80	0,0	0,0	0,0	0,202	12	-11	0,2
100	---	---	---	---	---	---	---
125	---	---	---	---	---	---	---
160	0,3	0,3	0,3	0,101	12	-11	0,2
200	---	---	---	---	---	---	---
250	---	---	---	---	---	---	---
315	1,3	1,3	1,3	0,050	12	-11	0,2
400	---	---	---	---	---	---	---
500	---	---	---	---	---	---	---
630	3,5	3,5	3,5	0,024	12	-11	0,2
800	---	---	---	---	---	---	---
1000	---	---	---	---	---	---	---
1250	6,4	6,3	6,4	0,009	26	-21	0,6
1600	---	---	---	---	---	---	---
2000	---	---	---	---	---	---	---
2500	-52,6	-52,2	-52,6	0,002	26	-100	0,6
3150	---	---	---	---	---	---	---
4000	---	---	---	---	---	---	---



Executante: ____________

Página: 2/6

R. Gal. Humberto de A. C. Branco, 310 – São Caetano do Sul – SP – CEP 09560-300 – Tel: (11) 4220-2600 / FAX: (11) 4220-2555



CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

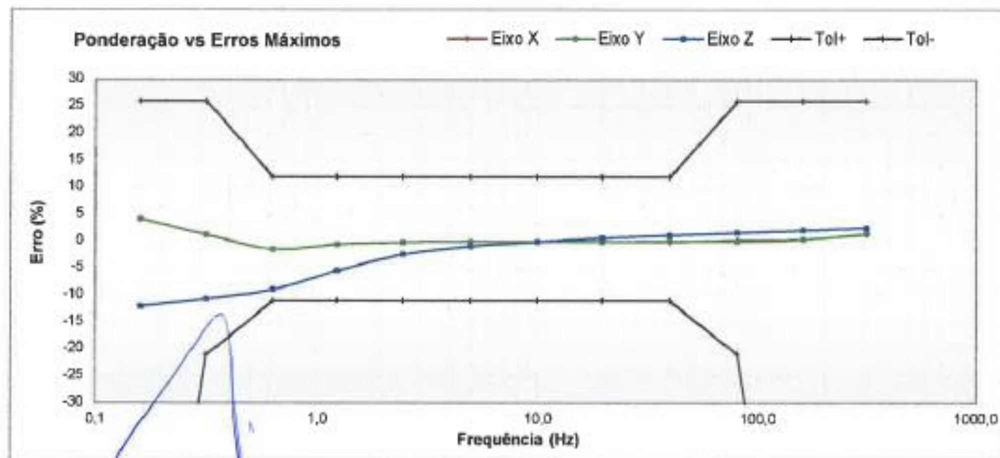
CERTIFICADO DE CALIBRAÇAO Nº: RBC5-10046-418

4- RESULTADOS DAS MEDIÇÕES

(Teste Elétrico - estímulo de entrada: 2000 mV)

Ponderação em Frequência Wd / Wk

Frequência Nominal (Hz)	Erro Eixo X - Wd (%)	Erro Eixo Y - Wd (%)	Erro Eixo Z - Wk (%)	Fator Wd (%)	Fator Wk (%)	Erro máximo admissível Superior (%)	Erro máximo admissível Inferior (%)	Incerteza (%)
0,1	---	---	---	---	---	---	---	---
0,125	---	---	---	---	---	---	---	---
0,16	4,2	4,2	-12,0	0,155	0,078	26	-100	0,8
0,2	---	---	---	---	---	---	---	---
0,25	---	---	---	---	---	---	---	---
0,315	1,3	1,3	-10,6	0,533	0,264	26	-21	0,8
0,4	---	---	---	---	---	---	---	---
0,5	---	---	---	---	---	---	---	---
0,63	-1,4	-1,4	-8,9	0,944	0,459	12	-11	0,8
0,8	---	---	---	---	---	---	---	---
1	---	---	---	---	---	---	---	---
1,25	-0,5	-0,5	-5,4	1,007	0,485	12	-11	0,8
1,6	---	---	---	---	---	---	---	---
2	---	---	---	---	---	---	---	---
2,5	-0,1	-0,1	-2,4	0,773	0,634	12	-11	0,8
3,15	---	---	---	---	---	---	---	---
4	---	---	---	---	---	---	---	---
5	0,0	0,0	-0,9	0,408	1,039	12	-11	0,8
6,3	---	---	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	---	---	---	---	---
10	0,0	0,0	0,0	0,202	0,988	12	-11	0,4
12,5	---	---	---	---	---	---	---	---
16	---	---	---	---	---	---	---	---
20	0,0	0,0	0,7	0,100	0,637	12	-11	0,4
25	---	---	---	---	---	---	---	---
31,5	---	---	---	---	---	---	---	---
40	0,0	0,1	1,2	0,050	0,316	12	-11	0,6
50	---	---	---	---	---	---	---	---
63	---	---	---	---	---	---	---	---
80	0,3	0,1	1,7	0,021	0,134	26	-21	0,6
100	---	---	---	---	---	---	---	---
125	---	---	---	---	---	---	---	---
160	0,5	0,4	2,1	0,005	0,029	26	-100	0,6
200	---	---	---	---	---	---	---	---
250	---	---	---	---	---	---	---	---
315	1,4	1,5	2,6	0,001	0,004	26	-100	0,6
400	---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---	---



Executante: ______________

Página: 3/6

R. Cel. Humberto de A. C. Branco, 310 – São Caetano do Sul – SP – CEP 09560-380 – Tel: (11) 4220-2600 / FAX: (11) 4220-2555



CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS

LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

CERTIFICADO DE CALIBRAÇAO Nº: RBC5-10046-418

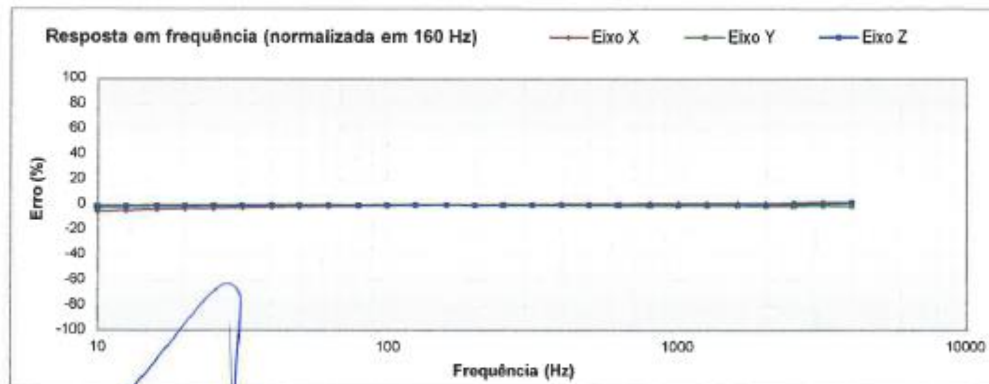
Resposta em Frequência - (Nível de excitação em 160 Hz: 10 m/s²)

Acelerômetro ACL-1

Frequência Nominal (Hz)	Eixo X Sensibilidade em [mV/(m/s²)]	Eixo X Sensibilidade norm. em [%]	Eixo Y Sensibilidade em [mV/(m/s²)]	Eixo Y Sensibilidade norm. em [%]	Eixo Z Sensibilidade em [mV/(m/s²)]	Eixo Z Sensibilidade norm. em [%]	Incerteza (%)
10	0,9799	-5,4	1,011	-0,6	0,9886	-1,8	1,9
12,5	0,9889	-4,5	1,012	-0,5	0,9923	-1,4	1,7
16	0,9985	-3,6	1,014	-0,3	0,9964	-1,0	1,5
20	1,004	-3,0	1,014	-0,3	0,9986	-0,8	1,5
25	1,009	-2,6	1,015	-0,2	1,001	-0,6	1,5
31,5	1,014	-2,1	1,016	-0,1	1,002	-0,4	1,2
40	1,019	-1,6	1,016	-0,1	1,003	-0,3	1,2
50	1,022	-1,3	1,017	0,0	1,004	-0,2	1,1
63	1,026	-0,9	1,017	0,0	1,005	-0,1	1,1
80	1,028	-0,7	1,015	-0,2	1,005	-0,1	1,1
100	1,031	-0,5	1,014	-0,3	1,006	0,0	1,1
125	1,033	-0,2	1,015	-0,2	1,006	-0,1	1,1
160	1,035	0,0	1,017	0,0	1,006	0,0	1,1
200	1,035	0,0	1,015	-0,2	1,005	-0,1	1,1
250	1,038	0,3	1,016	-0,1	1,007	0,1	1,1
315	1,039	0,4	1,015	-0,2	1,006	0,0	1,1
400	1,043	0,7	1,016	-0,1	1,008	0,1	1,1
500	1,043	0,8	1,014	-0,3	1,007	0,1	1,1
630	1,044	0,8	1,013	-0,4	1,006	0,0	1,1
800	1,045	1,0	1,012	-0,4	1,006	0,0	1,1
1000	1,046	1,0	1,012	-0,5	1,006	0,0	1,1
1250	1,046	1,0	1,010	-0,6	1,006	0,0	1,4
1600	1,046	1,0	1,010	-0,7	1,006	0,0	1,4
2000	1,046	1,1	1,008	-0,9	1,007	0,0	1,4
2500	1,053	1,7	1,009	-0,8	1,011	0,5	1,5
3150	1,056	2,0	1,009	-0,7	1,017	1,1	2,0
4000	1,056	2,0	1,009	-0,8	1,026	1,9	2,5
5000	---	---	---	---	---	---	---
6300	---	---	---	---	---	---	---
8000	---	---	---	---	---	---	---
10000	---	---	---	---	---	---	---

Resposta em % normalizada em 160 Hz

	Frequência Nominal (Hz)	Sensibilidade Eixo X	Sensibilidade Eixo Y	Sensibilidade Eixo Z
mV/(m/s²)	80	1,028	1,015	1,005
	160	1,035	1,017	1,006
mV/gn	80	10,08	9,954	9,856
	160	10,15	9,973	9,865



Executante: ____________

Página: 4/6

R. Gel. Humberto de A. C. Branco, 310 – São Caetano do Sul – SP – CEP 09560-330 – Tel: (11) 4220-2000 / FAX: (11) 4220-2555



CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

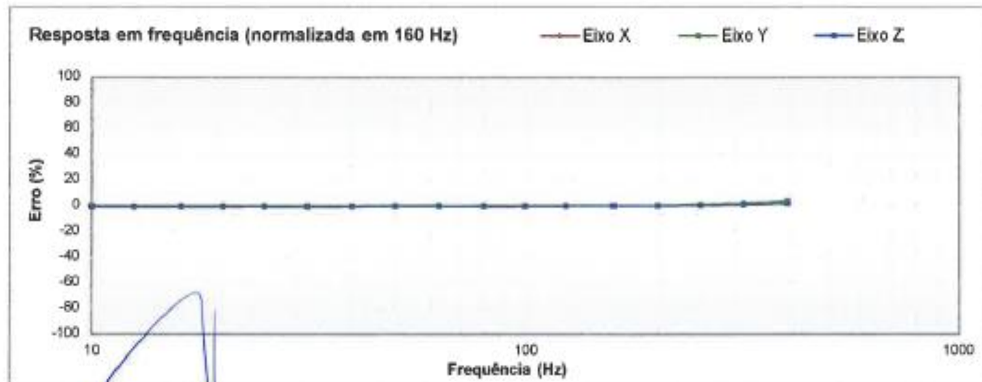
CERTIFICADO DE CALIBRAÇAO Nº: RBC5-10046-418

Resposta em Frequência - (Nível de excitação em 160 Hz: 10 m/s²)

	Frequência Nominal (Hz)	Eixo X Sensibilidade em [mV/(m/s²)]	Eixo X Sensibilidade norm. em [%]	Eixo Y Sensibilidade em [mV/(m/s²)]	Eixo Y Sensibilidade norm. em [%]	Eixo Z Sensibilidade em [mV/(m/s²)]	Eixo Z Sensibilidade norm. em [%]	Incerteza (%)
Acelerômetro ACL-2	10	11,79	-1,0	11,81	-0,8	11,83	-0,5	1,9
	12,5	11,80	-1,0	11,81	-0,8	11,82	-0,5	1,7
	16	11,81	-0,9	11,81	-0,8	11,83	-0,5	1,5
	20	11,81	-0,9	11,81	-0,8	11,84	-0,4	1,5
	25	11,81	-0,9	11,81	-0,7	11,85	-0,3	1,5
	31,5	11,78	-1,1	11,80	-0,9	11,85	-0,3	1,2
	40	11,83	-0,7	11,87	-0,3	11,85	-0,3	1,2
	50	11,89	-0,2	11,91	0,1	11,86	-0,2	1,1
	63	11,88	-0,3	11,87	-0,3	11,87	-0,2	1,1
	80	11,88	-0,2	11,88	-0,2	11,83	-0,5	1,1
	100	11,90	-0,1	11,90	0,0	11,83	-0,5	1,1
	125	11,90	-0,1	11,90	-0,1	11,87	-0,1	1,1
	160	11,91	0,0	11,90	0,0	11,89	0,0	1,1
	200	11,93	0,2	11,92	0,1	11,88	0,0	1,1
	250	12,04	1,1	12,00	0,8	11,93	0,4	1,1
	315	12,15	2,0	12,12	1,8	11,98	0,8	1,1
	400	12,34	3,6	12,36	3,8	12,10	1,8	1,1
	500	---	---	---	---	---	---	---
	630	---	---	---	---	---	---	---
	800	---	---	---	---	---	---	---
	1000	---	---	---	---	---	---	---
	1250	---	---	---	---	---	---	---
	1600	---	---	---	---	---	---	---
	2000	---	---	---	---	---	---	---
	2500	---	---	---	---	---	---	---
	3150	---	---	---	---	---	---	---
	4000	---	---	---	---	---	---	---
	5000	---	---	---	---	---	---	---
	6300	---	---	---	---	---	---	---
	8000	---	---	---	---	---	---	---
	10000	---	---	---	---	---	---	---

Resposta em % normalizada em 160 Hz

	Frequência Nominal (Hz)	Sensibilidade Eixo X	Sensibilidade Eixo Y	Sensibilidade Eixo Z
mV/(m/s²)	80	11,88	11,88	11,83
	160	11,91	11,90	11,89
mV/gn	80	116,5	116,5	116,0
	160	116,8	116,7	116,6



Executante: ______________

R. Gal. Humberto de A. C. Branco, 310 – São Caetano do Sul – SP – CEP 09560-300 – Tel. (11) 4220-2600 / FAX: (11) 4220-2555



CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

CERTIFICADO DE CALIBRAÇAO Nº: RBC5-10046-418

Linearidade - Teste dinâmico (Referência: 80 Hz) - Acelerômetro ACL-1 (Eixo Z)

Aceleração de Referência (m/s²)	Aceleração Medida (m/s²)	Fundo de Escala	Erro (m/s²)	Erro (%)	Tolerância (± %)	Incerteza (%)
0,50	0,52	3000	0,02	4,0	---	4,4
1,00	1,01	3000	0,01	1,0	---	2,4
2,00	2,00	3000	0,00	0,0	---	1,5
3,00	2,99	3000	-0,01	-0,3	---	1,3
4,00	3,99	3000	-0,01	-0,2	---	1,2
5,00	4,99	3000	-0,01	-0,2	---	1,1
10,00	9,98	3000	-0,02	-0,2	---	1,1
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---

Enrique Bondarenco
Signatário Autorizado

Data da emissão: 04/07/2017

R. Gal, Humberto de A. C. Branco, 310 – São Caetano do Sul – SP – CEP 09560-380 – Tel: (11) 4220-2600 / FAX: (11) 4220-2555

Anexo 2.7.3. Extracto de la Norma de vibraciones en Panamá

REPÚBLICA DE PANAMÁ
ASAMBLEA LEGISLATIVA
LEGISPAN
LEGISLACIÓN DE LA REPÚBLICA DE PANAMÁ

Tipo de Norma: RESOLUCION

Número: 505 Referencia:

Año: 1999 Fecha (dd-mm-aaaa): 06-10-1999

Titulo: (REGLAMENTO TECNICO DGNTI-COPANIT-45-2000. HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL.)

Dictada por: MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS

Gaceta Oficial: 24163 Publicada el: 18-10-2000

Rama del Derecho: DER. DE TRABAJO, DER. INDUSTRIAL Y DE MINAS

Palabras Claves: Normas técnicas y especificaciones, Salud y seguridad ocupacional, Ruido

Páginas: 12 Tamaño en Mb: 1.223

Rollo: 513 Posición: 3827

MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS
DIRECCION GENERAL DE NORMAS Y
TECNOLOGIA INDUSTRIAL
RESOLUCION Nº 505
(De 6 de octubre de 1999)

MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS
DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS Y TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

REGLAMENTO TÉCNICO
DGNTI – COPANIT 45 – 2000

**HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
CONDICIONES DE HIGIENE Y SEGURIDAD
EN AMBIENTES DE TRABAJO DONDE SE
GENEREN VIBRACIONES.**

TABLA N° 1: NIVELES ADMISIBLES PARA LAS VIBRACIONES GENERALES EN LA DIRECCIÓN DEL EJE "Z".

Frecuencia media de la banda terciaria	Aceleración en m / s² Tiempo de exposición diaria							
(Hz)	8 Hrs.	4 Hrs.	2 Hrs.	1 Hrs.	30 min.	15 min	7.5 min	<5 min.
1.00	0.630	0.880	1.280	1.780	2.520	3.560	5.040	6.180
1.25	0.560	0.790	1.130	1.590	2.250	3.180	4.500	5.520
1.60	0.500	0.700	1.000	1.410	2.000	2.820	4.000	4.900
2.00	0.450	0.620	0.890	1.250	1.770	2.510	3.550	4.350
2.50	0.400	0.550	0.790	1.110	1.580	2.220	3.150	3.860
3.15	0.355	0.490	0.700	1.950	1.400	1.980	2.800	3.430
4.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.090
5.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.090
6.30	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.090
8.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.050
10.00	0.400	0.570	0.800	1.130	1.600	2.260	3.200	3.920
12.50	0.500	0.710	1.000	1.410	2.000	2.830	4.000	4.900
16.00	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.560	5.040	6.170
20.00	0.800	1.330	1.600	2.260	3.200	4.520	6.390	7.830
25.00	1.000	1.410	2.000	2.830	4.000	5.650	7.990	9.790
31.50	1.250	1.770	2.500	3.530	5.000	7.080	9.990	12.24
40.00	1.600	2.260	3.200	4.520	6.400	9.040	12.79	15.67
50.00	2.000	2.830	4.000	5.650	8.000	11.31	15.99	19.59
63.00	2.500	3.540	5.000	7.070	10.00	14.14	19.99	24.49
80.00	3.150	4.450	6.300	8.910	12.59	17.81	25.18	30.85

TABLA N°2: NIVELES ADMISIBLES PARA LAS VIBRACIONES GENERALES EN LA DIRECCIÓN DE LOS EJES " X" y " Y".

Frecuencia media de la banda terciaria	Aceleración en m / s² Tiempo de exposición diaria							
(Hz)	8 Hrs.	4 Hrs.	2 Hrs.	1 Hrs.	30 min.	15 min.	7.5 min	< 5 min.
1.00	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
1.25	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
1.60	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
2.00	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	0.790	2.190
2.50	0.240	0.400	0.560	0.790	1.120	1.580	2.240	2.740
3.15	0.555	0.500	0.710	1.000	1.420	2.010	2.840	3.480
4.00	0.450	0.640	0.900	1.270	1.800	2.540	3.600	4.410
5.00	0.560	0.790	1.120	1.580	2.240	3.170	4.480	5.480
6.30	0.710	1.000	1.420	2.010	2.840	4.010	6.670	6.950
8.00	0.900	1.270	1.800	2.540	3.600	5.090	7.190	8.810
10.00	1.120	1.580	2.240	3.170	4.480	6.330	8.950	10.97
12.50	1.400	1.980	2.000	3.960	5.600	7.910	11.95	13.71
16.00	1.800	2.540	3.600	5.090	7.200	10.17	14.39	17.62
20.00	2.240	3.170	4.480	6.330	8.950	12.66	17.90	21.93
25.00	2.800	3.960	5.560	7.920	11.19	15.83	22.38	27.42
31.50	3.550	5.020	7.100	10.04	14.19	20.07	28.37	34.76
40.00	4.500	6.360	9.000	12.72	17.99	25.44	35.97	44.06
50.00	5.600	7.920	11.20	15.83	22.39	31.65	44.76	64.83
63.00	7.100	10.04	14.20	20.07	28.38	40.13	56.75	69.52
80.00	9.000	12.73	17.99	25.44	35.98	50.87	71.93	88.12

Anexo 2.7.4.Cadenas de Custodia